

PATENT
4100-0126P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Johannes STEFFENS et al. Conf.:
Appl. No.: NEW Group: Unknown
Filed: May 29, 2001 Examiner: UNKNOWN
For: PROCESS FOR SYNCHRONIZATION



L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

May 29, 2001

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicants hereby claim the right of priority based on the following application(s):


<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
GERMANY	100 27 389.0	June 2, 2000

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
F. Prince Butler, #25,666

4100-0126P
4100-0126P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment

#3

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**



JC668 U.S. PTO
09/865484
05/29/01

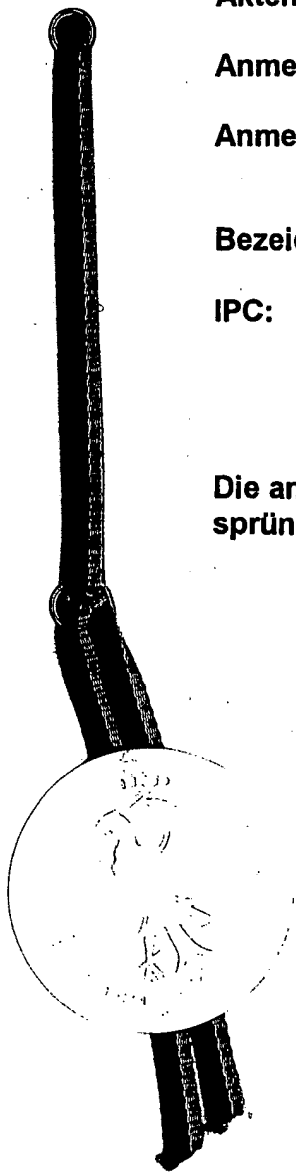
**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 27 389.0
Anmeldetag: 02. Juni 2000
Anmelder/Inhaber: Rohde & Schwarz GmbH & Co KG,
München/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Synchronisation
IPC: H 04 L, H 04 Q

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 03. Mai 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner



Verfahren zur Synchronisation

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation eines Signals durch Detektion von Synchronisationsmustern beispielsweise in Mobilfunksignalen.

10 Mobilfunksignale werden üblicherweise als Bursts übertragen, wobei in jedem Burst eine Synchronisationssequenz übertragen wird, die dem Empfänger bei Amplitudenschwankungen (Fading) und Mehrwegeempfang die Demodulation erleichtert und eine Schätzung der Kanalimpulsantwort ermöglicht. Dabei wird
15 entweder eine feste Synchronisationssequenz übertragen oder die übertragene Synchronisationssequenz ist aus einer begrenzten Menge von möglichen Synchronisationssequenzen ausgewählt.

20 Ein Meßdemodulator für solche Signale hat die Aufgabe, das Zeitverhalten dieser Signale exakt zu bestimmen, mittels eines Bewertungsfilters zu vermessen und zeitlich mit hoher relativer Genauigkeit auf die gesendete Synchronisationssequenz zu beziehen. Wenn mehrere
25 verschiedene Synchronisationssequenzen übertragen werden, muß zunächst ermittelt werden, welche Synchronisationssequenz in einem konkreten Burst vorliegt. Ferner muß die zeitliche Lage der übertragenen Synchronisationssequenz ermittelt werden und das
30 Eingangssignal ggf. so zeitlich verschoben werden, daß eine definierte zeitliche Position des Eingangssignals vorliegt.

Üblicherweise wird dabei so vorgegangen, daß das Eingangssignal mit einem I/Q-Demodulator auf Bitebene
35 demoduliert wird und auf Bitebene nach der Synchronisationssequenz gesucht wird. Dadurch kann die relative zeitliche Lage der Synchronisationssequenz innerhalb des Eingangssignals ermittelt werden und das Eingangssignal entsprechend verschoben werden.

Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist der relativ hohe Rechenaufwand für die Demodulation des Dateninhalts bis auf Bitebene.

5

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Synchronisation eines Signals zu schaffen, das mit vermindertem Rechenaufwand auskommt.

10 Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich eine einfache Detektion der Synchronisationssequenz durch Demodulieren des Eingangssignals nicht bis auf Bitebene
15 sondern nur durch Demodulation bezüglich eines ersten Signalparameters, beispielsweise die Amplitude, erreichen läßt. Diese Demodulation, beispielsweise eine Amplitudendemodulation, kann entweder noch auf analoger Signalebene oder bereits auf digitaler Signalebene erfolgen.

20

Gegenüber einer vollständigen Demodulation bis auf Bitebene durch einen I/Q-Demodulator besteht ein wesentlich geringerer Rechenaufwand. Das so demodulierte Eingangssignal wird anschließend mit einem Vergleichssignal korreliert. Das
25 Vergleichssignal kann dadurch gewonnen werden, daß einmalig die Synchronisationssequenz, bzw. sofern gegenüber mehreren Synchronisationssequenzen zu vergleichen ist jede der Synchronisationssequenzen, der gleichen Demodulation, beispielsweise einer Amplitudendemodulation, unterworfen
30 wird. Die Korrelation erfolgt also nicht auf der Bitebene. Durch die Korrelation läßt sich eine Aussage über die zeitliche relative Verschiebung gegenüber dem Vergleichssignal erhalten. Durch Verschiebung des Eingangssignals um den so ermittelten zeitlichen Versatz
35 läßt sich die Synchronisation des Eingangssignals herstellen. Die Ansprüche 2 bis 15 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Vorzugsweise wird nicht nur bezüglich eines Signalparameters, beispielsweise bezüglich der Amplitude, sondern auch bezüglich weiterer Signalparameter, beispielsweise bezüglich der Frequenz, demoduliert, indem
 5 das Signal in getrennten Demodulationszweigen unterschiedlichen Demodulationen, beispielsweise einer Amplitudendemodulation und einer Frequenzdemodulation, unterworfen wird. In jedem Demodulationszweig erfolgt eine Korrelation mit einem Vergleichssignal, das durch eine
 10 entsprechende Demodulation der Synchronisationssequenz bzw. der Synchronisationssequenzen erzeugt werden kann.

Die Demodulationsart kann durch eine beliebige analytische oder abschnittsweise definierte Funktion definiert werden,
 15 wobei das Eingangssignal in jedem Demodulationszweig mit einer unterschiedlichen Funktion bearbeitet wird. Aus der Synchronisationssequenz bzw. den Synchronisationssequenzen wird jeweils ein Vergleichssignal erzeugt, indem die Synchronisationssequenz der gleichen Funktion unterworfen
 20 wird. Neben einer Amplitudendemodulation und einer Frequenzdemodulation kommt beispielsweise auch der Logarithmus einer Amplitudendemodulation oder die zeitliche Differenzierung der Frequenzmodulation, also eine Phasendemodulation, in Betracht, wobei dies nur Beispiele
 25 für beliebige Demodulationsfunktionen sind.

Vorzugsweise werden die in den unterschiedlichen Demodulationszweigen erhaltenen unterschiedlichen Zeitversätze zwischen dem demodulierten Eingangssignal und
 30 dem Vergleichssignals einer Gewichtung unterworfen. Im einfachsten Fall kann jeder Demodulationszweig mit der gleichen Gewichtung eingehen, so daß der Zeitversatz, mit welchem das Eingangssignal verschoben wird, der Mittelwert der Ergebnisse der unterschiedlichen Korrelationen in den
 35 unterschiedlichen Demodulationszweigen ist. Vorzugsweise wird jedoch jedem Demodulationszweig eine andere Gewichtung beigemessen, wobei eine möglichst hohe Genauigkeit und eine möglichst geringe Varianz des mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Zeitversatzes erzielt werden soll.

Um die Genauigkeit der Korrelationsergebnisse zu verbessern, kann das Korrelationsergebnis jeweils einer Interpolation unterworfen werden. Bei der Interpolation kann eine
5 Ausgleichsfunktion, beispielsweise ein Polynom vorgegebener Ordnung, durch die Abtaststellen des Korrelationsergebnisses gelegt werden, so daß der Zeitversatz zwischen den Abtaststellen genauer abgeschätzt werden kann.

10 Vor oder nach der Analog/Digital-Wandlung des Eingangssignals kann eine Filterung vorgenommen werden. Die Filterung kann bereits ganz zu Beginn des Verfahrens vorgenommen werden. Es ist jedoch auch möglich, jeden Demodulationszweig einer anderen Filterung zu unterwerfen und die Filterung an die
15 jeweilige Demodulationsart anzupassen. Auf diese Weise kann auch eine Demodulationsart in die andere übergeführt werden.

Um das Eingangssignal um Werte verschieben zu können, die kein Vielfaches der Abtastperiode sind, erfolgt bei der
20 zeitlichen Verschiebung des Eingangssignals vorzugsweise ebenfalls eine Interpolation.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der
25 Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens,

30 Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens,

35 Fig. 3 ein Beispiel eines EDGE-Bursts und

Fig. 4 ein Diagramm zur Erläuterung in Interpolation.

Bevor anhand der Figuren 1 und 2 auf zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens näher eingegangen wird, wird zunächst anhand von Fig. 3 zur Erleichterung des Verständnisses der Erfindung ein
5 beispielhafter EDGE-Burst erläutert, wobei jedoch die Erfindung nicht auf EDGE-Signale beschränkt ist, sondern nur anhand eines EDGE-Signals veranschaulicht werden soll. Die Erfindung eignet sich z. B. auch für GSB-Signale.

- 10 In Fig. 3 ist die Amplitude eines EDGE-Bursts als Funktion der Zeit dargestellt, wobei die Zeit in Symbolen skaliert ist. Von den insgesamt 147 übertragenen Datensymbolen bestehen in der Mitte 26 Datensymbole aus einer Referenz- oder Synchronisationssequenz R, die von Datenbereichen D1
15 und D2 umgeben ist. Bei dem Empfang eines solchen EDGE-Burst wird dem Empfänger die Demodulation durch diese Synchronisationssequenz R insbesondere beim Auftreten von Fading und Mehrwegeempfang erleichtert.
- 20 Um die Vermessung der Datenbereich D1 und D2 mit geringem Fehler vornehmen zu können, muß die zeitliche relative Lage des GSM-Burst oder EDGE-Burst exakt bestimmt werden. Dies erfolgt üblicherweise anhand der Synchronisationssequenz R, deren Dateninhalt bekannt ist. Die Synchronisationssequenz R
25 eines bestimmten EDGE-Bursts ist aus einer vorgegebenen, begrenzten Anzahl von möglichen Synchronisationssequenzen ausgewählt. Es muß deshalb zunächst bestimmt werden, welche Synchronisationssequenz R in dem konkreten EDGE-Burst
30 enthalten ist und dann muß die relative zeitliche Verschiebung dieser Synchronisationssequenz R ermittelt werden. Bislang erfolgt dies üblicherweise dadurch, daß die empfangene Synchronisationssequenz R bis auf Bitebene durch einen I/Q-Demodulator demoduliert wird und das Bitmuster mit dem Bitmuster der möglichen Synchronisationssequenzen
35 verglichen wird. Dieses Verfahren ist jedoch aufgrund des mit der Demodulation bis auf Bitebene verbunden Rechenaufwands nachteilig.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

- Ein Eingangssignal S , beispielsweise ein EDGE-Burst oder GSM-Burst, wird einem bandbegrenzenden Filter 1 und dann einem Analog/Digital-Wandler 2 zugeführt. Nach dem Analog/Digital-Wandler 2 verzweigt sich das Eingangssignal in einem Meßzweig 3 und zumindest einem Demodulationszweig 4a. Vorzugsweise sind jedoch mehrere Demodulationszweige vorgesehen, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel drei Demodulationszweige 4a bis 4c beispielhaft dargestellt sind und weitere Demodulationszweige 4d noch angedeutet sind. Das Signal wird in dem Meßzweig 3 einem Speicher 5 zugeführt.
- In den Demodulationszweigen 4a bis 4c wird das Signal jeweils einem Demodulator 5a bis 5c zugeführt, die das Eingangssignal jeweils mit unterschiedlichen Demodulationsarten, d. h. bezüglich unterschiedlichen Signalparametern, demodulieren. Beispielsweise wird in dem ersten Demodulator 5a des ersten Demodulationszweigs 4a eine Amplitudendemodulation durchgeführt, wobei der dort relevante Signalparameter die Amplitude bzw. der Betrag ist. In dem zweiten Demodulator 5b des zweiten Demodulationszweig 4b wird eine Frequenzdemodulation durchgeführt, also eine Demodulation, bei welcher die Frequenz der relevante Signalparameter ist. In dem dritten Demodulationszweig 4c ist dies dahingehend verallgemeinert, daß das Eingangssignal S einer Funktion $f(x=S)$ unterworfen wird, wobei die Abtastwerte des digitalisierten Eingangssignals S jeweils das Argument der Funktion $f(x)$ bilden. Hierbei eignet sich grundsätzlich jede analytische oder abschnittsweise definierte Funktion. Beispielsweise kann das Eingangssignal S logarithmiert werden oder zeitlich differenziert werden. Es können auch verschiedene Funktionen miteinander kombiniert werden; beispielsweise kann zuerst eine Amplitudendemodulation durchgeführt werden und anschließend der Logarithmus des amplitudendemodulierten Signals erzeugt werden. Es kann auch zuerst eine Frequenzdemodulation durchgeführt werden und anschließend das Zeitdifferenzial

gebildet werden, so daß insgesamt eine Phasendemodulation d/dt (FM) = PM entsteht. Im Gegensatz zu aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren erfolgt hier keine Demodulation bis auf Bitebene, sondern das Eingangssignal S wird gewissermaßen einer Bewertungsfunktion $f(x)$ unterzogen, um die demodulierte Eingangssignale S_{AM} , S_{FM} , $S_{f(x)}$ zu erzeugen, die jeweils durch unterschiedliche Signalparameter, beispielsweise die Amplitude oder die Frequenz besonders charakterisiert sind.

10

In sich an die Demodulatoren 5a bis 5c anschließenden Korrelationsstufen 6a bis 6c wird eine Korrelation des demodulierten Eingangssignals S_{AM} , S_{FM} bzw. $S_{f(x)}$ mit einem zugehörigen Vergleichssignal $f(AM, \text{Signal})$, $f(FM, \text{Signal})$ bzw. $f(f(x), \text{Signal})$ vorgenommen. Diese Vergleichssignale werden dadurch erzeugt, daß die in Fig. 3 dargestellte Synchronisationssequenz R der dem entsprechenden Demodulationszweig zugehörigen Demodulationsart bei gleicher Filterung unterworfen wird. Beispielsweise wird das Vergleichssignal für den ersten Demodulationszweig 4a durch Amplitudendemodulation der Synchronisationssequenz R und das Vergleichssignals für den zweiten Demodulationszweig 4b durch Frequenzdemodulation der Synchronisationssequenz R erzeugt. Wird eine von mehreren möglichen Synchronisationssequenzen übertragen, so wird jede der möglichen Synchronisationssequenzen dementsprechend demoduliert, wobei anhand des Korrelationsergebnisses in den Korrelationsstufen 6a bis 6c zunächst anhand der größten Amplitude des Korrelationspeaks festgestellt wird, welche Synchronisationssequenz in dem vorliegenden Burst übertragen wurde. Anschließend wird die zeitliche Lage des Korrelationspeaks ermittelt, die ein Maß für den zeitlichen Versatz des Eingangssignals S gegenüber dem Vergleichssignal ist.

35

Im dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel fügen sich an die Korrelationsstufen 6a bis 6c Interpolationsstufen 7a bis 7c an, die optional sind und auch entfallen können. Die Interpolationsstufen 7a bis 7c ermöglichen eine

Interpolation des Korrelationsergebnisses auch zwischen den Abtaststellen des digitalisierten Eingangssignals S zur exakten Bestimmung des Maximums. Dies wird anhand von Fig. 4 veranschaulicht. Fig. 4 zeigt die an den Abtaststellen S_1 bis S_5 zu den Zeitpunkten t_1 bis t_5 vorliegenden Amplituden A der Korrelationsfunktion am Ausgang der Korrelationsstufen 6a bis 6c. Würde zur Bestimmung des Zeitversatzes τ nur das Kriterium der größten Amplitude an den Abtastzeitpunkten t_1 bis t_5 herangezogen, so wäre das Ergebnis $\tau = t_3$. Tatsächlich liegt das Maximum der Korrelationsfunktion jedoch zwischen den Abtastzeitpunkten t_3 und t_5 . Die exakte Position des Maximums kann bestimmt werden, indem eine Interpolationsmethode, beispielsweise ein Polynom einer bestimmten Ordnung, durch die Stützstellen S_1 bis S_5 hindurch gelegt wird.

Der in den unterschiedlichen Demodulationszweigen 4a bis 4c ermittelte Zeitversatz τ_1 bis τ_3 wird im dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Gewichtungsstufe 8 zugeführt, die die in den einzelnen Demodulationszweigen 4a bis 4c erhaltenen Zeitversätze τ_1 bis τ_3 mit Gewichtungsfaktoren g_1 bis g_3 gewichtet und gemäß der Formel

$$\tau = 1/n (\tau_1 \cdot g_1 + \tau_2 \cdot g_2 + \dots \tau_n \cdot g_n)$$

einen gewichteten Zeitversatz τ bestimmt. Es können außer dem arithmetischen Mittel auch andere Mittlungsfunktionen verwendet werden.

Im einfachsten Fall sind sämtliche Gewichtungsfaktoren g_1 bis g_n gleich 1, so daß sich eine Gleichgewichtung sämtlicher Demodulationszweige ergibt. Es ist jedoch vorteilhaft, die unterschiedlichen Demodulationszweige unterschiedlich zu gewichten, um eine möglichst hohe Genauigkeit des Zeitversatzes τ und eine möglichst geringe Varianz des mit dem erfindungsgemäßen Verfahren geschätzten Zeitversatzes τ zu erhalten.

In einer Verschiebungs- und Interpolationsstufe 9 wird das aus dem Speicher 5 ausgelesene Eingangssignal S entsprechend dem ermittelten und gewichteten Zeitversatz τ zeitlich verschoben. Auch bei dieser Verschiebung erfolgt
 5 vorzugsweise eine Interpolation, um eine Verschiebung nicht nur um ganzzahlige Vielfache der Abtastperiode, sondern auch um Zwischenwerte vornehmen zu können.

Die in Fig. 1 dargestellten mehreren Demodulationszweige 4a bis 4c sind zur Ausführung der Erfindung nicht unbedingt
 10 notwendig. Die Erfindung ist auch bereits mit einem einzigen Demodulationskanal durchführbar.

Zu betonen ist, daß das in Fig. 1 dargestellte Blockdiagramm
 15 nicht notwendiger Weise schaltungstechnisch (als Hardware) zu realisieren ist. Vorzugsweise wird die Erfindung durch Programmschritte (als Software) implementiert.

Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm eines zweiten
 20 Ausführungsbeispiels der Erfindung. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so daß insoweit auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet wird.

Im Unterschied zu dem anhand von Fig. 1 beschriebenen
 25 Ausführungsbeispiel wird bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel das Eingangssignal S bereits auf analoger Ebene in die Demodulationszweige 4a bis 4c und den Meßzweig 3 aufgeteilt und in den Demodulationszweigen 4a bis
 30 4c in den Filtern 1a bis 1c Filterungen mit unterschiedlicher Filtercharakteristik, beispielsweise unterschiedlicher Bandbreite, unterworfen. Die Demodulation in den Demodulatoren 5a bis 5c erfolgt ebenfalls noch auf analoger Ebene, bevor das demodulierte Eingangssignal S_{AM} ,
 35 S_{FM} bzw. $S_f(x)$ den Analog/Digital-Wandlern 2a bis 2c zugeführt wird. In den Korrelationsstufen 6a bis 6c und den Interpolationsstufen 7a bis 7c wird die bereits beschriebene Korrelation und Interpolation vorgenommen. Das Meßsignal 3 wird unabhängig von den Demodulationssignalen in dem

Analog/Digital-Wandler 2d in ein Digitalsignal gewandelt und in dem Speicher 5 abgelegt.

Ein Vorteil des in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiels besteht darin, daß die Filterckarakteristika der Filter 1a bis 1c an die zugehörige Demodulationsart angepaßt werden können. Ferner kann die Filtercharakteristik auch so gewählt werden, daß eine Modulationsart in eine andere umgewandelt wird. Beispielsweise kann durch Kombination eines schmalbandigen, bezüglich der Mittenfrequenz verschobenen Filters eine Flankendemodulation mittels eines Amplitudendemodulators vorgenommen werden und somit ein frequenzmodulierter Anteil des Eingangssignals S mit einem Amplitudendemodulator gemessen werden. Es können auch verschiedene Filter zeitlich auf einen einzigen Demodulator umgeschaltet werden, so daß je nach Filtercharakteristik des vorgeschalteten Filters an dem Demodulator unterschiedliche Signalparameter gemessen werden.

Diese Variationsmöglichkeiten bestehen selbstverständlich auch dann, wenn in Fig. 2 die Demodulatoren 5a bis 5c und die Analog/Digital-Wandler 2a bis 2c vertauscht werden. In dem Meßzweig 3 kann ein weiterer, in Fig. 2 nicht dargestellter, Filter vorgesehen sein, der ebenfalls eine von den Demodulationszweigen 4a bis 4c abweichende Filtercharakteristik aufweisen kann.

Die Korrelation in den Korrelationsstufen 6a bis 6c kann beispielsweise durch Faltung im Zeitbereich mittels FIR-Filter oder aber durch Fouriertransformation, Multiplikation im Frequenzbereich und anschließende Fourierrücktransformation erfolgen, was unter Umständen eine Einsparung an Rechenzeit bedeuten kann.

Die in den Interpolationsstufen 7a bis 7c verwendete Interpolationsfunktion kann von der verwendeten Demodulationsart, von der Filtercharakteristik und ferner von dem Vergleichssignal $f(\text{AM, Signal})$, $f(\text{FM, Signal})$ bzw.

$f(f(x), \text{Signal})$ und somit von der Synchronisationssequenz R abhängig sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich auch zur
5 Charakterisierung des Eingangssignals bezüglich der
Feststellung ob und ggf. zu welchem Anteil in dem
Eingangssignal Komponenten mit bestimmten Signalparametern
enthalten sind, beispielsweise zu welchem Anteil in dem
Eingangssignal amplitudenmodulierte Komponenten und zu
10 welchem Anteil frequenzmodulierte Komponenten enthalten
sind.

Wie erwähnt, wird das erfindungsgemäße Verfahren
vorzugsweise auf der Basisbandebene durchgeführt, so daß das
15 in Fig. 1 bzw. Fig. 2 dargestellte Blockdiagramm dann einmal
für die Inphase(I)-Komponente und zusätzlich für die
Quadraturphase(Q)-Komponente vorhanden ist. Außerdem muß
dann nach dem Analog-Digitalwandler 2 ein nicht
dargestellter Basisband-Mischer zur Erzeugung der I-
20 Komponente und der Q-Komponente vorgesehen sein.

Ansprüche

5

1. Verfahren zur Synchronisation eines Eingangssignals (S) mit folgenden Verfahrensschritten:

- Demodulieren (5a) des Eingangssignals (S) entsprechend einer ersten Demodulationsart (AM) bezüglich eines ersten Signalparameters zur Erzeugung eines ersten demodulierten Eingangssignals (S_{AM}),
- Korrelieren (6a) des ersten demodulierten Eingangssignals (S_{AM}) mit einem von der ersten Demodulationsart (AM) abhängigen ersten Vergleichssignal ($f(AM, \text{Signal})$) zur Ermittlung eines Zeitversatzes (τ) zwischen dem ersten demodulierten Eingangssignal (S_{AM}) und dem ersten Vergleichssignal ($f(AM, \text{Signal})$) und
- zeitliches Verschieben des Eingangssignals (S) entsprechend dem durch die Korrelation ermittelten Zeitversatz (τ).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch,

- Demodulieren (5b) des Eingangssignals (S) entsprechend einer zweiten Demodulationsart (FM) bezüglich eines zweiten Signalparameters zur Erzeugung eines zweiten demodulierten Eingangssignals (S_{FM}) und
- Korrelieren (6b) des zweiten demodulierten Eingangssignals (S_{FM}) mit einem von der zweiten Demodulationsart (FM) abhängigen zweiten Vergleichssignal ($f(FM, \text{Signal})$) zur Ermittlung eines Zeitversatzes zwischen dem zweiten demodulierten Eingangssignal (S_{FM}) und dem zweiten Vergleichssignal ($f(FM, \text{Signal})$).

35 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß die erste Demodulationsart Amplitudendemodulation (AM) und der erste Signalparameter die Amplitude ist und daß die

zweite Demodulationsart Frequenzdemodulation (FM) und der zweite Signalparameter die Frequenz ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

5 **gekennzeichnet durch,**

- Demodulieren (5a, 5b, 5c) des Eingangssignals (S) entsprechend n verschiedenen Demodulationsarten ($f(x)$) bezüglich n verschiedenen Parametern zur Erzeugung n verschiedener demodulierter Eingangssignale ($S_{f(x)}$) und
- 10 - Korrelieren (6a, 6b, 6c) jedes demodulierten Eingangssignals ($S_{f(x)}$) mit einem von der zugehörigen Demodulationsart ($f(x)$) abhängigen Vergleichssignal ($f(f(x), \text{Signal})$) zur Ermittlung eines Zeitversatzes (τ_1, τ_2, τ_3) zwischen jedem demodulierten Eingangssignals
- 15 ($S_{f(x)}$) und dem zugehörigen Vergleichssignal ($f(f(x), \text{Signal})$).

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 daß jede Demodulationsart dadurch definiert ist, daß das Eingangssignal (S) einer bestimmten analytischen oder abschnittsweise definierten Funktion $f(x=S)$ unterworfen wird, um das zugehörige demodulierte Eingangssignal ($S_{f(x)}$) zu erzeugen.

25

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die Funktion eine Amplitudendemodulation AM, der Logarithmus der Amplitudendemodulierten $\log_n(AM)$, eine
- 30 Frequenzdemodulation FM und/oder die zeitliche Differenzierung der Frequenzdemodulierten $d/dt(FM)$ ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

- 35 daß die verschiedenen Ergebnisse der Korrelationen (6a, 6b, 6c) der unterschiedlichen Demodulationsarten einer Gewichtung (8) unterworfen werden, wobei das Korrelationsergebnis jeder Demodulationsart mit einem vorgegebenen Gewichtungsfaktor (g_1, g_2, g_3) berücksichtigt

wird, um die Verzögerung (τ) des Eingangssignals (S) zu ermitteln.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 5 **dadurch gekennzeichnet,**
 daß das Vergleichssignal ($f(\text{AM}, \text{Signal})$, $f(\text{FM}, \text{Signal})$, $f(f(x), \text{Signal})$) gewonnen wird, indem eine Synchronisationssequenz der jeweiligen Demodulationsart (AM, FM, $f(x)$) unterworfen wird.
- 10
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
 daß das Eingangssignal (S) vor oder nach der Demodulation (5a, 5b, 5c) an vorgegebenen Abtaststellen eine
 15 Analog/Digital-Wandlung (2; 2a, 2b, 2c) unterworfen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
 daß vor oder nach der Analog/Digital-Wandlung (2; 2a, 2b,
 20 2c) eine Filterung (1; 1a, 1b, 1c) vorgenommen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Filterung (1a, 1b, 1c) für jede Demodulationsart
 25 (AM, FM, $f(x)$) unterschiedlich ist.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Filterung (1a, 1b, 1c) so erfolgt, daß die eine
 30 Demodulationsart (AM, FM, $f(x)$) eine an die Demodulationsart (AM, FM, $f(x)$) überführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
 35 daß das Ergebnis der Korrelationen (6a, 6b, 6c) jeweils einer ersten Interpolation (7a, 7b, 7c) zwischen den Abtaststellen ($S_1 - S_5$) unterworfen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß das bei der ersten Interpolation (7a, 7b, 7c) verwendete Interpolationsverfahren von der zugehörigen Demodulationsart (AM, FM, $f(x)$) und/oder dem Vergleichssignal ($f(\text{AM}, \text{Signal})$, $f(\text{FM}, \text{Signal})$, $f(f(x), \text{Signal})$) und/oder der Filterung (1a, 1b, 1c) abhängt.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet,

10 daß die zeitliche Verschiebung des Eingangssignals (S) einer zweiten Interpolation (9) zwischen den Abtaststellen (S_1 - S_5) unterworfen wird.

Zusammenfassung

5

Ein Verfahren zur Synchronisation eines Eingangssignals (S) umfaßt folgende Verfahrensschritte:

- Demodulieren (5a) des Eingangssignals (S) entsprechend einer bestimmten Demodulationsart (AM) bezüglich eines bestimmten Signalparameters zur Erzeugung eines demodulierten Eingangssignals (S_{AM}),
- Korrelieren (6a) des demodulierten Eingangssignals (S_{AM}) mit einem von der Demodulationsart (AM) abhängigen Vergleichssignal ($f(AM, \text{Signal})$) zur Ermittlung eines Zeitversatzes (τ) zwischen dem demodulierten Eingangssignals (S_{AM}) und dem Vergleichssignal ($f(AM, \text{Signal})$) und
- zeitliches Verschieben des Eingangssignals entsprechend dem durch die Korrelation ermittelten Zeitversatz (τ).

20

(Fig. 1)

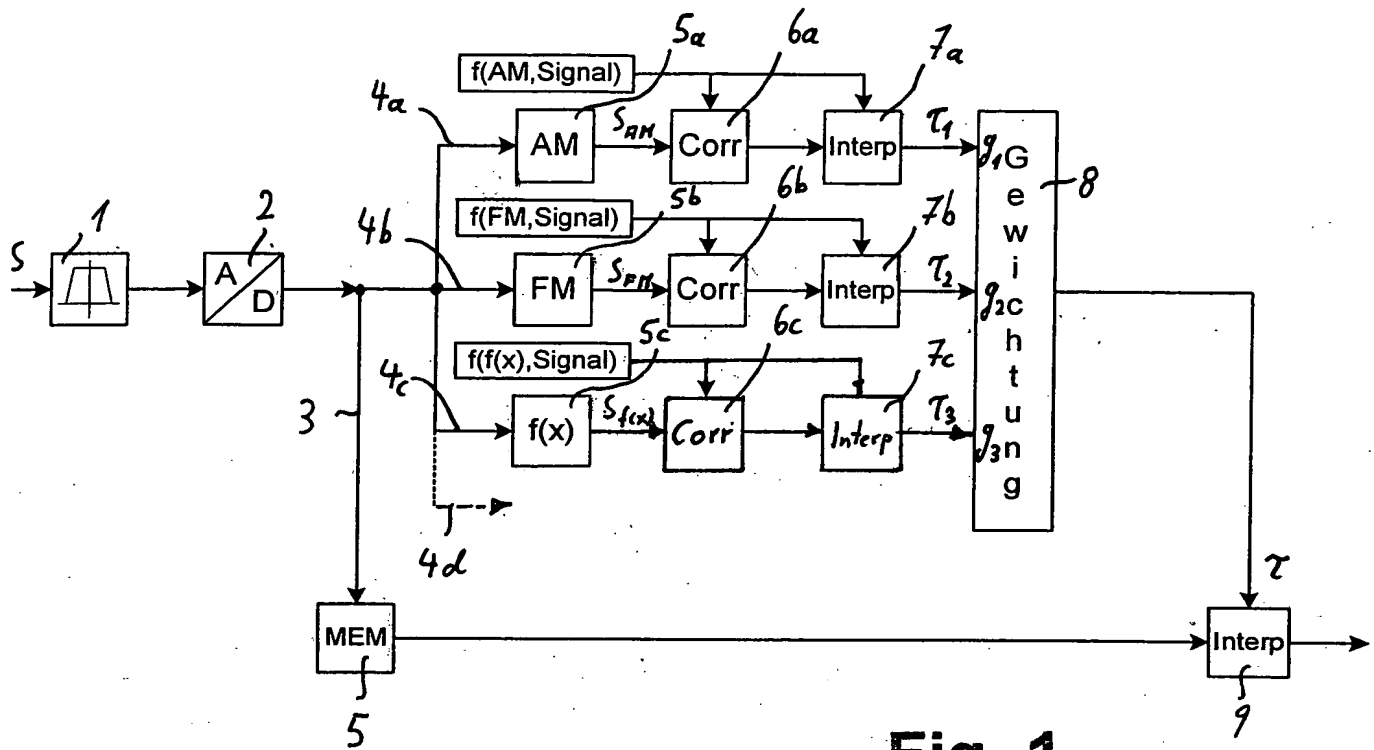


Fig. 1

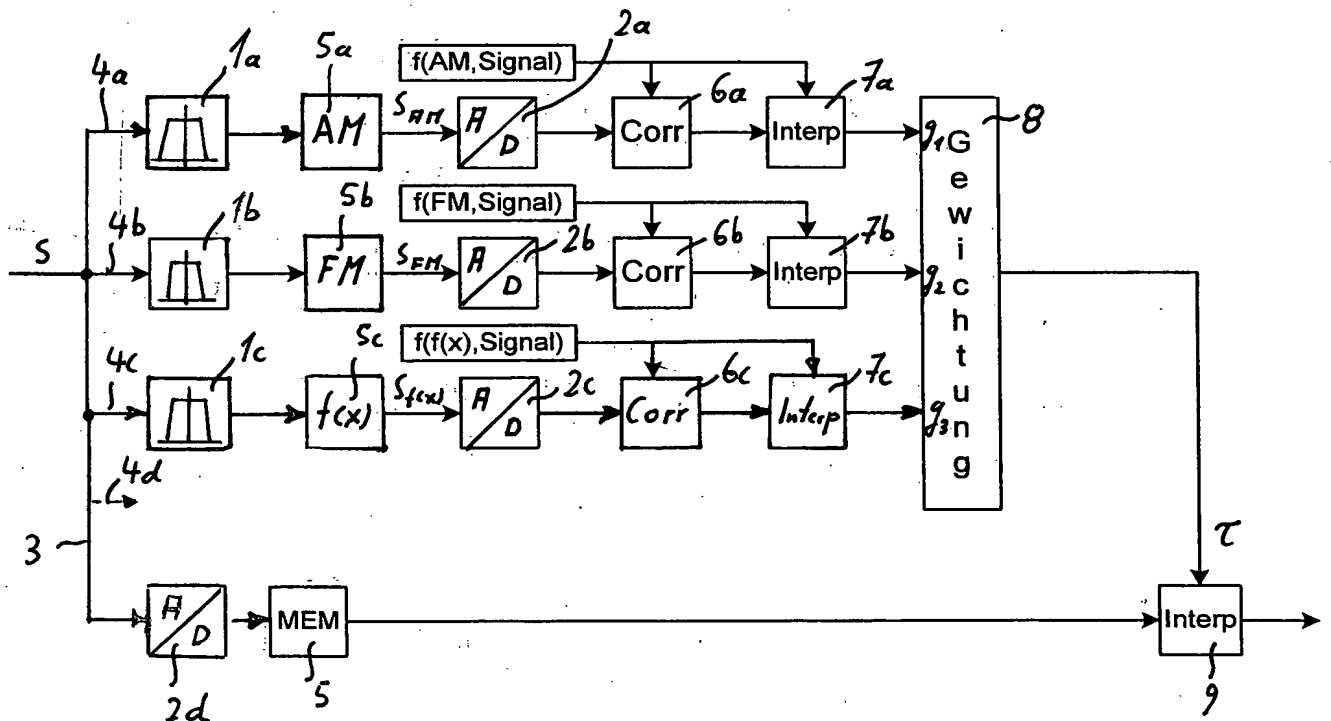


Fig. 2

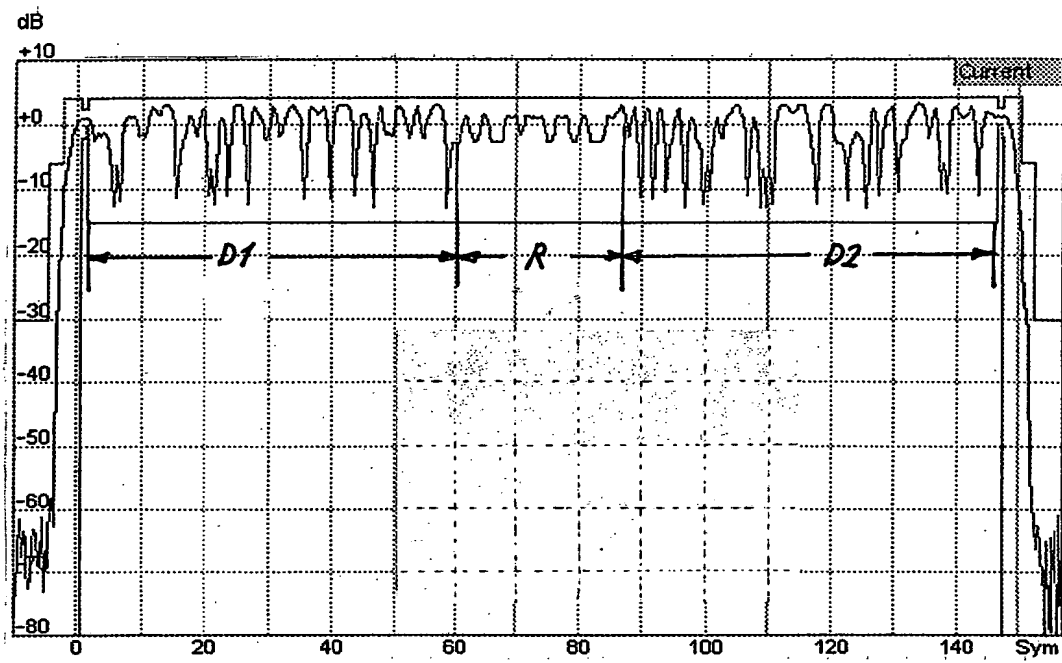


Fig. 3

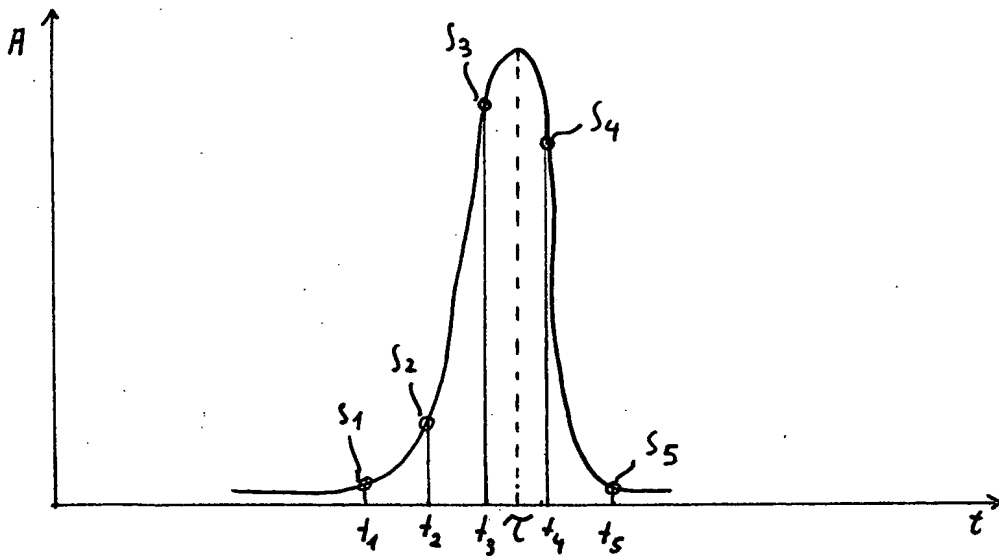


Fig. 4